

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



553379

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/094806 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02D 41/38, 35/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002619

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. März 2004 (12.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 18 646.8 24. April 2003 (24.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ESER, Ger-  
hard [DE/DE]; Heimweg 11, 93155 Hemau (DE).  
WIEST, Martin [DE/DE]; Tiroler Strasse 41, 70329  
Stuttgart-Uhlbach (DE).

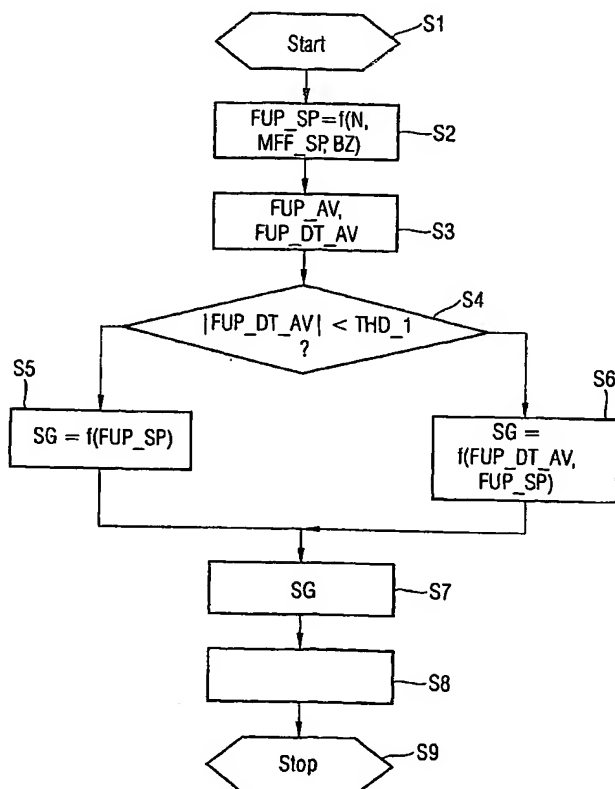
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A FUEL PRESSURE IN A FUEL SUPPLY DEVICE OF A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STEuern EINES KRAFTSTOFFDRUCKS IN EINER ZUFÜHRUNGSEINRICHTUNG FÜR KRAFTSTOFF EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: A fuel supply device of a combustion engine comprises a fuel pump that pumps fuel into a fuel accumulator, which provides injection valves with fuel and which is connected to a regulator valve that sets the fuel pressure according to an actuating signal (SG). The fuel pressure in the supply device is controlled in such a manner that the actuating signal (SG) is determined according to a desired fuel pressure (FUP\_SP) and to a quantity that characterizes the dynamics of the flow of the fuel through the regulator valve, and the regulator valve is subsequently controlled by the actuating signal (SG).

(57) Zusammenfassung: Eine Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine hat eine Kraftstoffpumpe, die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher pumpt, der Einspritzventile mit Kraftstoff versorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das abhängig von einem Stellsignal (SG) den Kraftstoffdruck einstellt. Der Kraftstoffdruck in der Zuführeinrichtung wird dadurch gesteuert, dass das Stellsignal (SG) abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck (FUP\_SP) und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe ermittelt wird und dann das Regulatorventil mit dem Stellsignal (SG) angesteuert wird.

WO 2004/094806 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine.

10 Aus dem Handbuch Verbrennungsmotor, Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 2002, ISBN 3-528-03933-7, Seite 402, ist eine Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Zuführeinrichtung weist eine Kraftstoffpumpe auf, die Kraftstoff in  
15 einen Kraftstoffspeicher pumpt, der Einspritzventile mit Kraftstoff versorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das abhängig von einem Stellsignal einer Motorsteuerung den Kraftstoffdruck einstellt. Das Dokument enthält jedoch keinen Hinweis, wie die Ansteuerung des Regulatorventils erfolgen soll.  
20

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine zu schaffen, welches gewährleistet, dass unabhängig von dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine der Kraftstoffdruck präzise einstellbar ist.  
25

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.  
30

Der Erfindung liegt die Kenntnis zu Grunde, dass bei einer hohen Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil unerwünschte Drucküberhöhungen auftreten, wenn  
35 das Stellsignal für das Regulatorventil lediglich unter Berücksichtigung eines stationären Durchflusses des Kraftstoffs durch das Regulatorventil eingestellt wird. Eine derartige

hohe Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil tritt in der Regel auf, wenn die Brennkraftmaschine von einem Betriebszustand des Normalbetriebs in den Leerlauf oder Schubabschalten oder umgekehrt gesteuert wird. Bei solchen Übergängen des Betriebszustandes kann dann der Kraftstoffdruck nur sehr ungenau eingestellt werden. Durch das Ermitteln des Stellsignals für das Regulatorventil abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe kann auf einfache Weise eine sehr präzise Einstellung des Kraftstoffdruckes unabhängig von dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine erfolgen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung des Durchflusses, welches eine sehr einfach bestimmbare Größe ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung des Kraftstoffdruckes. Dies ist besonders einfach, da in der Regel ohnehin ein Drucksensor zum Erfassen des Kraftstoffdruckes in der Zuführeinrichtung für Kraftstoff vorhanden ist und so einfach dessen Messsignal ausgewertet werden kann.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff,
- Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Steuern eines Kraftstoffdruckes in der Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine gemäß Figur 1, und
- Figur 3 beispielhafte Verläufe des Kraftstoffdruckes und des Durchflusses am Regulatorventil.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

5 Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas-  
trakt 4. Der Motorblock umfasst mehrere Zylinder, welche Kol-  
ben und Pleuelstangen haben, über die sie mit einer Kurbel-  
welle 21 gekoppelt sind.

10

Der Zylinderkopf umfasst einen Ventiltrieb mit einem Einlass-  
ventil, einem Auslassventil und Ventilantrieben. Der Zylind-  
derkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine  
Zündkerze. Alternativ kann das Einspritzventil auch in dem  
15 Ansaugtrakt 1 angeordnet sein.

Ferner ist eine Zuführeinrichtung 5 für Kraftstoff vorgese-  
hen. Sie umfasst einen Kraftstofftank 50, der über eine erste  
Kraftstoffleitung mit einer Niederdruckpumpe 51 verbunden  
20 ist. Ausgangsseitig ist die Niederdruckpumpe 51 hin zu einem  
Zulauf 53 einer Hochdruckpumpe 54 wirkverbunden. Ferner ist  
auch ausgangsseitig der Niederdruckpumpe 51 ein mechanischer  
Regulator 52 vorgesehen, welcher ausgangsseitig über eine  
weitere Kraftstoffleitung mit dem Tank verbunden ist. Der me-  
25 chanische Regulator ist vorzugsweise ein einfaches federbe-  
lastetes Ventil in der Art eines Rückschlagventils, wobei  
dann die Federkonstante so gewählt ist, dass in dem Zulauf 53  
ein vorgegebener Niederdruck nicht überschritten wird. Die  
Niederdruckpumpe 51 ist vorzugsweise so ausgelegt, dass sie  
30 während des Betriebs immer eine so hohe Kraftstoffmenge lie-  
fert, dass der vorgegebene Niederdruck nicht unterschritten  
wird.

Der Zulauf 53 ist hin zu der Hochdruckpumpe 54 geführt, wel-  
35 che ausgangsseitig den Kraftstoff hin zu einem Kraftstoff-  
speicher 55 fördert. Die Hochdruckpumpe 54 wird in der Regel  
von der Kurbelwelle 21 oder der Nockenwelle angetrieben und

fördert somit bei konstanter Drehzahl der Kurbelwelle 21 ein konstantes Kraftstoffvolumen in den Kraftstoffspeicher 55.

Die Einspritzventile 34 sind mit dem Kraftstoffspeicher 55  
5 wirkverbunden. Der Kraftstoff wird somit den Einspritzventilen 34 über den Kraftstoffspeicher 55 zugeführt.

Ferner ist ein elektromagnetischer Regulator 56 mit dem im Kraftstoffspeicher 55 wirkverbunden. Über den elektromagnetischen Regulator 56 kann Kraftstoff von dem Kraftstoffspeicher  
10 55 zurück über eine Rückführleitung 57 zum Zulauf 53 fließen. Der elektromagnetische Regulator hat einen zylinderförmigen Kern mit einer Zylinderspule, der innen einen zylinderförmigen Hohlraum aufweist. In diesem zylinderförmigen Hohlraum  
15 ist ein zylinderförmiger Anker mit einer Führungsstange eingebracht, die dann den freien Strömungsquerschnitt von dem Druckspeicher 55 hin zu dem Rücklauf 57 mehr oder weniger frei gibt abhängig von ihrer Stellung. Der Aufbau des elektromagnetischen Regulators entspricht somit dem eines Tauchankers. Je nach der eingestellten Bestromung der Zylinderspule  
20 wird so der Kraftverlauf zum Verschieben des zylinderförmigen Ankers entsprechend einer veränderlichen Federkonstante eingestellt. So kann abhängig von dem Stellsignal, mit dem der elektromagnetische Regulator 56 angesteuert wird, also beispielsweise der Bestromung, der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher 55 eingestellt werden.  
25

Der Öffnungsquerschnitt des Regulatorventils hängt somit zum einen ab von der magnetischen Kraft, die auf den zylinderförmigen Anker wirkt und zum anderen von der Kraft, die abhängt  
30 von dem tatsächlichen Istwert des Kraftstoffdruckes in dem Kraftstoffdruckspeicher 55. Darüber hinaus wirken bei einer Bewegung des Ankers auch Reibungskräfte, welche der Bewegung entgegenwirken. Ferner hat der Anker auch eine nicht vernachlässigbare Massenträgheit, welche bei Durchflussänderungen im  
35 Regulator keine sofortige Positionsänderung des mit dem Anker verbundenen Ventilstößels zulässt, der den freien Querschnitt

für den Durchfluss von Kraftstoff von dem Kraftstoffspeicher 55 hin zu der Rückführleitung 57 mehr oder weniger frei gibt. Aufgrund dieser Kräfte weist der elektromagnetische Regulator eine Hysterese auf, wenn der Durchfluss des Kraftstoffes eine  
5 Dynamik aufweist, die dann ohne Eingriffe zu Kraftstoffdruck-  
überhöhungen führen kann.

Ferner ist der Brennkraftmaschine eine Steuereinrichtung 6 zugeordnet, der wiederum Sensoren zugeordnet sind, die ver-  
10 schiedene Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der  
Messgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhän-  
gig von mindestens einer der Messgrößen Stellgrößen die dann  
in Stellsignale zum Steuern der Stellglieder mittels entspre-  
chender Stellantriebe umgesetzt werden. Die Sensoren sind ein  
15 Pedalstellungsgeber, welcher die Stellung eines Fahrpedals  
erfasst, ein Temperatursensor, welcher die Ansauglufttempera-  
tur T\_IM erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor, welcher einen  
Kurbelwellenwinkel erfasst und welchem dann eine Drehzahl zu-  
geordnet wird, ein weiterer Temperatursensor 23, welcher eine  
20 Kühlmitteltemperatur TCO erfasst und ein Drucksensor 58, wel-  
cher den Kraftstoffdruck FUP\_AV in dem Kraftstoffspeicher 55  
erfasst. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine be-  
liebige Untermenge der Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren  
vorhanden sein.

25

Die Stellglieder sind beispielsweise Einlass- oder Auslass-  
ventile, die Einspritzventile 34, eine Zündkerze, eine Dros-  
selklappe oder auch der elektromagnetische Regulator 56.

30 Zum Steuern des Kraftstoffdrucks in der Zuführeinrichtung 5  
für Kraftstoff der Brennkraftmaschine ist ein Programm in der  
Steuereinrichtung 6 gespeichert, das während des Betriebs der  
Brennkraftmaschine geladen wird und anschließend abgearbeitet  
wird.

35

Das Ablaufdiagramm des Programms zum Steuern des Kraftstoff-  
drucks in der Zuführeinrichtung 5 wird im Folgenden anhand

von Figur 2 und dem dort dargestellten Ablaufdiagramm beschrieben. Das Programm wird in einem Schritt S1 gestartet. Dies erfolgt vorzugsweise erstmalig wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird und das Programm wird dann in vorgegebenen Abständen oder nach vorgegebenen Ereignissen, wie beispielsweise nach einem vorgegebenen Drehwinkel der Kurbelwelle, erneut gestartet und abgearbeitet.

10 In einem Schritt S2 wird ein Sollwert FUP\_SP des Kraftstoffdruckes abhängig von der Motordrehzahl N, der einzuspritzenden Kraftstoffmasse MFF\_SP und dem Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine, z.B. homogener oder geschichteter Betrieb, ermittelt. In einem Schritt S3 wird der Istwert FUP\_AV des Kraftstoffdrucks, der von dem Drucksensor 58 erfasst  
15 wird, ermittelt und daraus auch der Gradient FUP\_DT\_AV des Kraftstoffdrucks ermittelt. Der Gradient, der auch als die zeitliche Ableitung bezeichnet wird, kann mittels eines beliebigen Approximationsverfahrens bestimmt werden. Er wird am einfachsten abhängig von zwei zeitlich aufeinanderfolgenden  
20 Istwerten FUP\_AV des Kraftstoffdrucks ermittelt.

In einem Schritt S4 wird geprüft, ob der Betrag des Gradienten FUP\_DT\_AV des Kraftstoffdruckes kleiner ist als ein erster Schwellenwert THD\_1. Ist dies der Fall, ist dies ein Zeichen, dass die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch den elektromagnetischen Regulator 56 gering ist. Ist die Bedingung des Schrittes S4 erfüllt, so wird in einem Schritt S5 das Stellsignal SG für den elektromagnetischen Regulator abhängig von dem Sollwert FUP\_SP des Kraftstoffdrucks  
25 ermittelt.  
30

Ist die Bedingung des Schrittes S4 jedoch nicht erfüllt, so wird in einem Schritt S6 das Stellsignal SG abhängig von dem Sollwert FUP\_SP und dem Gradienten FUP\_DT\_AV ermittelt. Dabei  
35 wird vorzugsweise das Stellsignal bei einem Anstieg des Kraftstoffdruckes, gekennzeichnet durch einen positiven Gradienten FUP\_DT\_AV des Kraftstoffdruckes, verringert und bei



einer Verringerung des Kraftstoffdruckes, gekennzeichnet durch einen negativen Gradienten  $FUP\_DT\_AV$  des Kraftstoffdruckes, erhöht. Die Ermittlung des Stellsignals SG kann dabei vorzugsweise mittels eines Kennfelds abhängig von dem Gradienten  $FUP\_DT\_AV$  und dem Sollwert  $FUP\_SP$  des Kraftstoffdruckes durch Kennfeldinterpolation erfolgen.

In einem Schritt S7 wird dann das Stellsignal SG an den elektromagnetischen Regulator 56 ausgegeben. Durch das Stellsignal wird vorzugsweise die Bestromung des elektromagnetischen Regulators 56 beeinflusst, vorzugsweise wird dazu abhängig von dem Wert des Stellsignals SG die Pulsweitenmodulation eines Spannungssignals, mit dem der elektromagnetische Regulator 56 angesteuert wird, verändert.

In einem Schritt S9 wird das Programm dann beendet und nach einer vorgegebenen Wartezeitdauer oder Eintritt der oben genannten Bedingungen erneut in dem Schritt S1 gestartet. Alternativ kann die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe auch direkt die Änderung des Durchflusses durch den elektromagnetischen Regulator 56 sein. Dieser Durchfluss kann beispielsweise mittels eines in der Rückführleitung 57 angeordneten Durchflusssensors erfasst werden und daraus ebenfalls ein entsprechender Gradient des Durchflusses ermittelt werden, der dann zur Ermittlung des Stellsignals SG herangezogen wird, wenn die Dynamik des Durchflusses einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

In Figur 3 ist zum einen der Verlauf des Istwertes  $FUP\_AV$  des Kraftstoffdruckes abhängig von dem Durchfluss Q durch den elektromagnetischen Regulator 56 dargestellt. Die zwei dargestellten hystereseförmigen Verläufe des Kraftstoffdruckes abhängig von dem Durchfluss Q sind für zwei verschiedene Werte des Stellsignals dargestellt. Bei dem für den Punkt P1 eingestellten Wert des Stellsignals SG gibt sich über die Zeitachse t bezogen auf die Punkte P1, P2' und P3 der dargestellte

zeitliche Verlauf des Istwertes FUP\_AV des Kraftstoffdruckes. Die Änderung des Kraftstoffdruckes des Istwertes des Kraftstoffdruckes FUP\_AV von dem Punkt P1, dem Punkt P2 ist jedoch größer als der durch den ersten Schwellwert THD1 in dem  
5 Schritt S4 für den Betrag des Gradienten FUP\_DT\_AV vorgegebenen Wertes. Somit wird dann das Stellsignal schon vor Erreichen des Punktes P2 verringert, wie dies ebenfalls in Figur 2 anhand des Punktes P2 in Abhängigkeit von der Zeit t und dem Stellsignal SG aufgetragen ist. Dadurch ergibt sich dann der  
10 Druckverlauf des Istwertes FUP\_AV über die Zeit entlang der Punkte P1, P2 und P3. Der Druckverlauf ist somit wesentlich gleichförmiger als bei den Punkten P1, P2 und P3.

Der Gradient FUP\_DT\_AV erhält dann besonders hohe betragsmäßige Werte, wenn ein Übergang des Betriebszustands der Brennkraftmaschine von einem Normalbetrieb in den Leerlauf oder das Schubabschalten, also der Abschaltung der Kraftstoffzufuhr in die Zylinder der Brennkraftmaschine über die Einspritzventile 34 oder umgekehrt erfolgt. In diesen Fällen ändert sich der Abfluss von Kraftstoff aus dem Kraftstoffspeicher durch die Einspritzventile sehr schnell, was dann bei  
20 nahezu unveränderter Förderleistung der Hochdruckpumpe 54 zu einer sehr starken Änderung des Durchflusses durch den elektromagnetischen Regulator 56 führt. Gerade bei diesen Betriebszustandsübergängen wird durch das Programm gemäß Figur 2 ein starkes Überschwingen oder Unterschwingen des Istwertes FUP\_AV des Kraftstoffdruckes wirksam verhindert. So kann dann auch gewährleistet werden, dass die Brennkraftmaschinen die Abgasemissionen der Brennkraftmaschine auch in diesen Be-  
25 triebzuständen auf einem niedrigen Niveau gehalten werden können.  
30

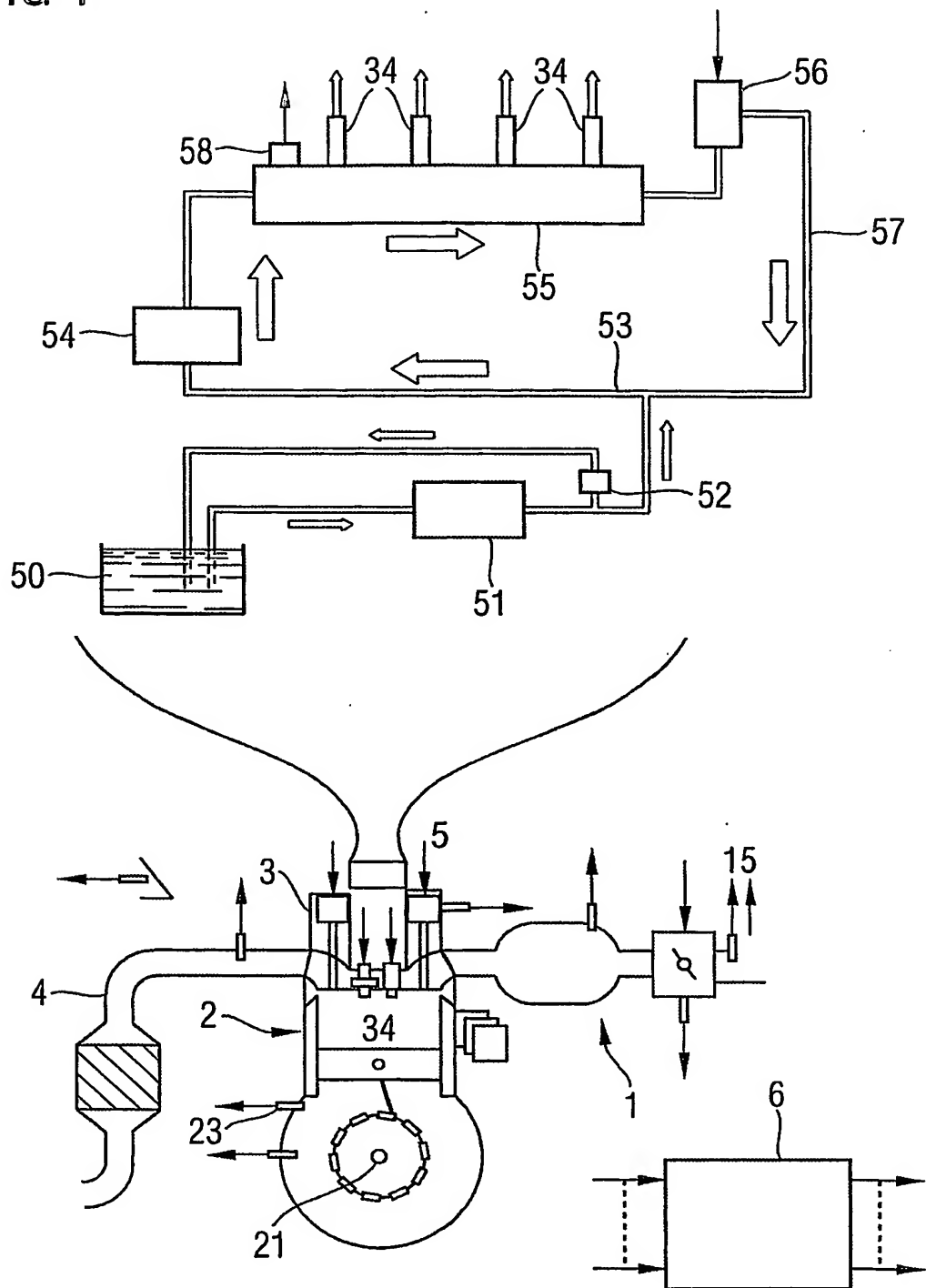
## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführeinrichtung (5) für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine, wobei die Zuführeinrichtung (5) eine Kraftstoffpumpe (54) aufweist, die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (55) pumpt, der Einspritzventile (34) mit Kraftstoff versorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das abhängig von einem Stellsignal (SG) den Kraftstoffdruck einstellt, mit folgenden Schritten:
  - das Stellsignal (SG) wird abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck (FUP\_SP) und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe ermittelt und
  - das Regulatorventil wird mit dem Stellsignal (SG) angesteuert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung des Durchflusses ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe die Änderung des Kraftstoffdruckes ist.
4. Verfahren nach einen der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Regulatorventil ein elektromagnetischer Regulator (56) ist und dass durch das Stellsignal (SG) die Bestromung des elektromagnetischen Regulators (56) beeinflusst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Steigen des Durchflusses, die Bestromung verringert wird und bei einem Sinken des Durchflusses die Bestromung erhöht wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Steigen des Kraftstoffdruckes die Bestromung verringert wird und bei einem Sinken des Kraftstoffdruckes die Bestromung erhöht wird.

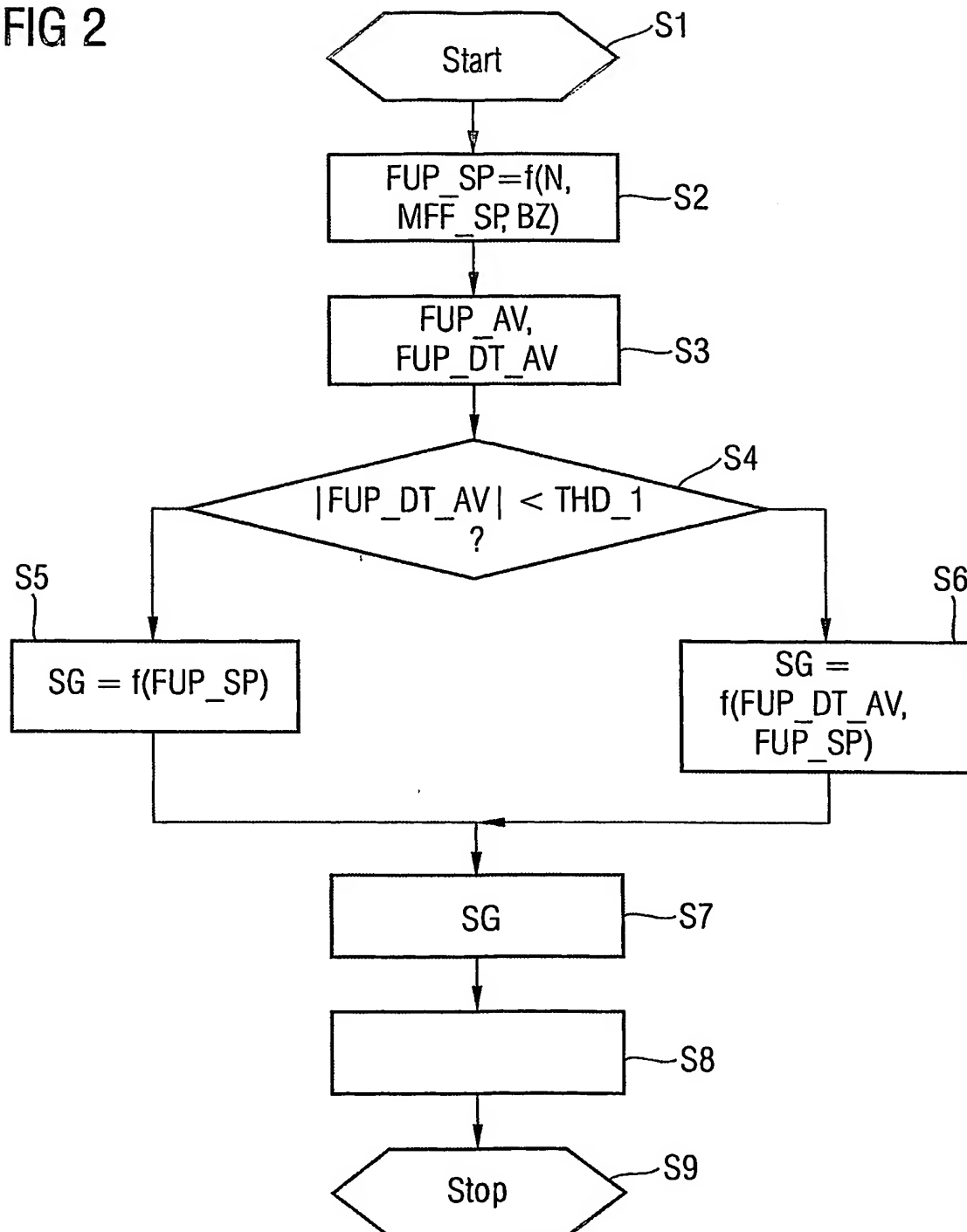
1/3

FIG 1



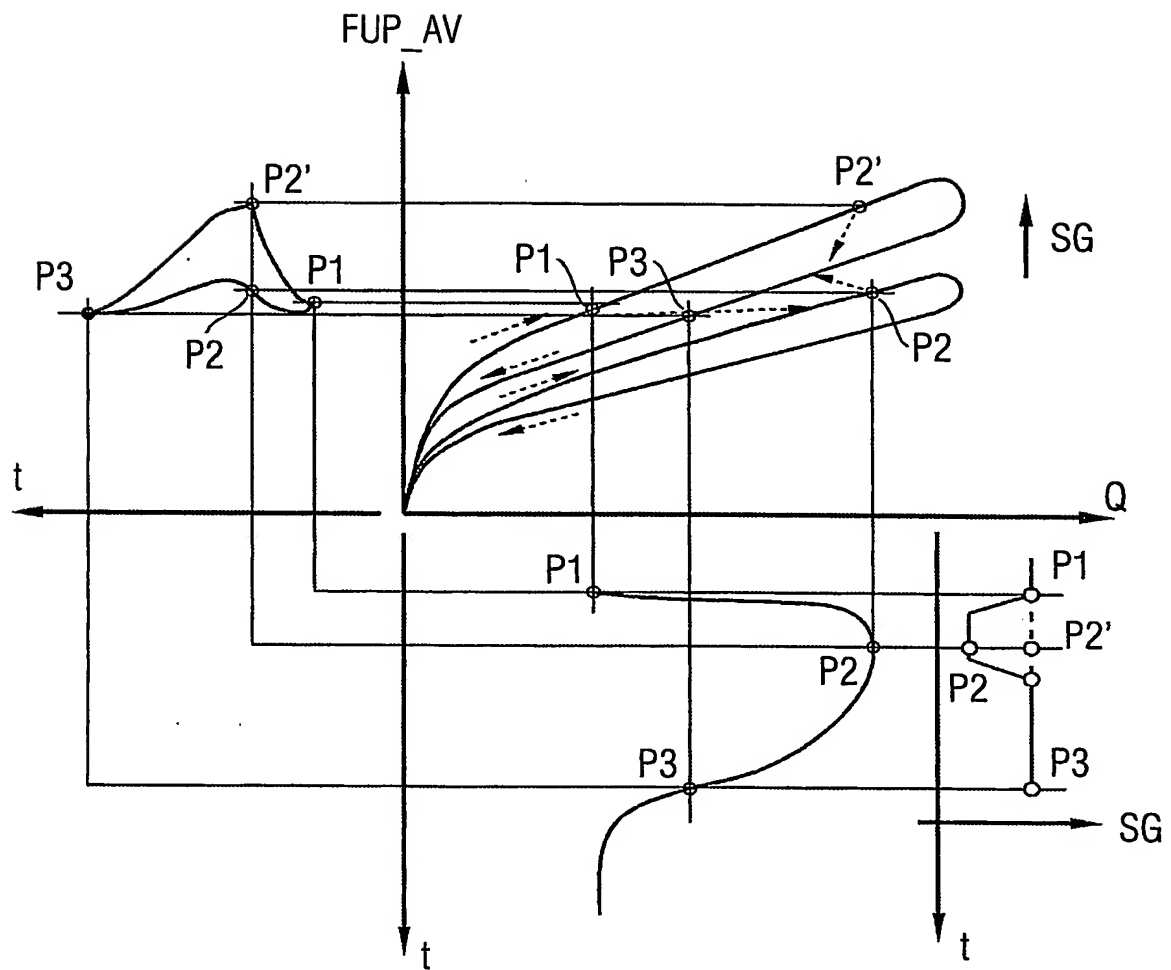
2/3

FIG 2



3/3

FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002619

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02D41/38 F02D35/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 16 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 November 2001 (2001-11-08) abstract paragraphs '0001!-'0006!,'0023!-'0026!; figure 2	1-6
A	DE 101 12 702 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 October 2002 (2002-10-02) abstract paragraphs '0014!-'0017!	1-6
A	DE 197 31 994 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 January 1999 (1999-01-28) abstract column 3, line 31 -column 5, line 29 -/--	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2004

Date of mailing of the international search report

17/06/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicolás, C



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002619

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 101 31 507 A (BOSCH GMBH ROBERT)  23 January 2003 (2003-01-23)  abstract  paragraph '0014!       -----</p>	1-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002619

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10016900	A	08-11-2001	DE 10016900 A1 FR 2807475 A1 IT MI20010660 A1 JP 2001349244 A	08-11-2001 12-10-2001 30-09-2002 21-12-2001
DE 10112702	A	02-10-2002	DE 10112702 A1 WO 02075140 A1 EP 1377736 A1	02-10-2002 26-09-2002 07-01-2004
DE 19731994	A	28-01-1999	DE 19731994 A1 FR 2766521 A1 GB 2327778 A ,B JP 11093751 A	28-01-1999 29-01-1999 03-02-1999 06-04-1999
DE 10131507	A	23-01-2003	DE 10131507 A1 GB 2378773 A ,B IT MI20021416 A1 JP 2003056396 A	23-01-2003 19-02-2003 29-12-2003 26-02-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/002619

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02D41/38 F02D35/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 16 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. November 2001 (2001-11-08) Zusammenfassung Absätze '0001!-'0006!; '0023!-'0026!; Abbildung 2	1-6
A	DE 101 12 702 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) Zusammenfassung Absätze '0014!-'0017!	1-6
A	DE 197 31 994 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Januar 1999 (1999-01-28) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 31 -Spalte 5, Zeile 29 --- -/-	1-6

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

10. Juni 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

17/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nicolás, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/002619

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 101 31 507 A (BOSCH GMBH ROBERT)  23. Januar 2003 (2003-01-23).  Zusammenfassung  Absatz '0014!</p>	1-6

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002619

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10016900 A	08-11-2001	DE 10016900 A1	08-11-2001
		FR 2807475 A1	12-10-2001
		IT MI20010660 A1	30-09-2002
		JP 2001349244 A	21-12-2001
DE 10112702 A	02-10-2002	DE 10112702 A1	02-10-2002
		WO 02075140 A1	26-09-2002
		EP 1377736 A1	07-01-2004
DE 19731994 A	28-01-1999	DE 19731994 A1	28-01-1999
		FR 2766521 A1	29-01-1999
		GB 2327778 A ,B	03-02-1999
		JP 11093751 A	06-04-1999
DE 10131507 A	23-01-2003	DE 10131507 A1	23-01-2003
		GB 2378773 A ,B	19-02-2003
		IT MI20021416 A1	29-12-2003
		JP 2003056396 A	26-02-2003